

Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft

Jahrbuch 2016

Sonderdruck
Seiten 71–76



J. CRAMER Verlag • Braunschweig
2017

Kooperationsmodelle zwischen drahtlosen Breitband- (Broadband-) und Rundfunk- (Broadcast-)netzen – Ideen für die Kanalisierung der Datenflut*

ULRICH REIMERS

Technische Universität Braunschweig, Institut für Nachrichtentechnik
Schleinitzstraße 22, D-38106 Braunschweig, E-Mail: u.reimers@tu-bs.de

Noch vor wenigen Jahren war die Situation überschaubar: Es gab Broadcastnetze, über die Hörfunk und Fernsehen übertragen wurden und es gab Telekommunikationsnetze, die dazu dienten, anfänglich nur Telefonate, später dann aber auch das Versenden von E-Mails etc. möglich zu machen. Diese Situation hat sich seither grundsätzlich geändert. Smartphones sind die ständigen Begleiter in allen Lebenslagen geworden und besitzen mittlerweile so hochwertige Displays, dass es Spaß macht, darauf auch Videos zu betrachten – wenn auch vermutlich nur für relativ kurze Zeit. Für die Verbindung mit der Außenwelt sind Smartphones auf drahtlose Broadbandnetze, also Mobilfunknetze oder WiFi-Netze, angewiesen (WiFi: Markenname der Verbindungen über Wireless Local Area Networks – WLAN). Die jährlich von dem amerikanischen Unternehmen Cisco publizierte Studie VNI Mobile (VNI: Visual Networking Index) prognostiziert eine Entwicklung, die aus den Mobilfunknetzen Video-Netze macht, denn beispielsweise soll im Jahr 2020 etwa 75% des über diese Netze abgewickelten Datenverkehrs Video sein. Die folgende Abbildung 1 dokumentiert diese Prognose (1 ExaByte sind $1000 * 1000 * 1000$ GByte, also 10^{18} Byte). Während der gesamte Datenverkehr in den Mobilfunknetzen der Welt im Jahr 2015 bei etwa 4 ExaByte pro Monat lag, wovon 55% Videodaten waren, werden es hiernach 2020 etwa 30 ExaByte pro Monat sein – bei einem Video-Anteil von 75%. Es kann nicht erwartet werden, dass es unter technisch/wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich ist, dass die heutigen Mobilfunknetze mit ihrer Struktur aus kleinen Funkzellen dieses Video-Wachstum bewältigen können. Insbesondere bei großen Sport- und sonstigen Ereignissen, die von zahllosen Menschen „live“ gesehen werden wollen, ist zu befürchten, dass es zum Zusammenbruch dieser Netze kommen wird.

* Der Vortrag wurde am 11.03.2016 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

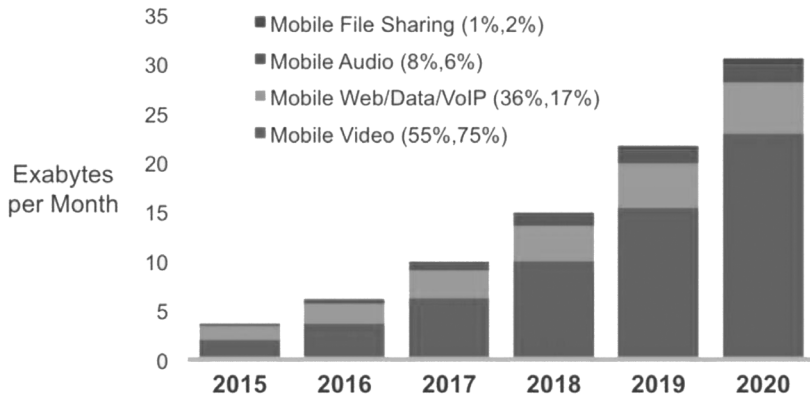


Abb. 1: Prognose der Entwicklung des monatlichen Datenaufkommens in den weltweiten Mobilfunknetzen (Quelle: CISCO VNI Mobile 2016).

Das Institut für Nachrichtentechnik (IfN) der Technischen Universität Braunschweig ist weltweit für seine bedeutende Rolle bei der Entwicklung der Systeme des Digitalen Fernsehens, der DVB-Systeme für die Übertragung in Kabelnetzen, per Satellit oder terrestrische Sender, bekannt. In Anbetracht der in Abb. 1 prognostizierten Entwicklung der Bedeutung von Videodaten in Mobilfunknetzen und der daraus abgeleiteten Befürchtung, dass diese Netze an ihre Grenzen geraten werden, hat sich das Forschungsgebiet der Abteilung für Elektronische Medien seit Jahren verlagert: Es geht nun um die Kooperationsmodelle zwischen den klassischen Broadcast- und den drahtlosen Broadbandnetzen.

I. Dynamic Broadcast

Unter dem Oberbegriff „Dynamic Broadcast“ fassen wir ein im Jahr 2010 gestartetes Forschungsfeld zusammen, dessen zentrales Ziel die Dynamisierung des Daten-, Hör- und Fernsehfunks ist [1]. So entsteht ein System, welches im Vergleich zu klassischen Rundfunksystemen eine besonders Kosten- und Spektrums-effiziente Programmverbreitung erlaubt. Der Aspekt der Kooperation zwischen den Broadcast- und den drahtlosen Broadbandnetzen wird hier dadurch adressiert, dass die bisher vom Broadcast dauerhaft genutzten Frequenzen zeitweise zur Nutzung durch die drahtlosen Broadbandnetze freigegeben werden [3]. Neben dem klassischen, terrestrischen Rundfunk-Übertragungsweg kann bei Dynamic Broadcast zusätzlich ein Internetzugang für die Bereitstellung von Fernsehinhalten verwendet werden. Eine in die Endgeräte integrierte Festplatte ermöglicht zudem eine Vorab-Übertragung und lokale Speicherung von Sendungen,

die nicht live ausgestrahlt werden, sondern – wie die überwiegende Mehrzahl der Programme – vorab produziert wurden und mit Hilfe geeigneter Signalisierung zur richtigen Sendezeit automatisch vom lokalen Speicher abgespielt werden. Die Wahl des Übertragungsweges (Broadcast oder Internetzugang) und des Übertragungszeitpunktes (live oder Vorab-Übertragung auf die integrierte Festplatte) wird von einem zentralen Netzwerkelement, der „Decision Logic“ übernommen [2]. Diese versucht durch geschickte und dynamisch an den Bedarf angepasste Re-Konfigurationen des Netzwerks, Übertragungskosten zu senken und die Verwendung des terrestrischen Rundfunkspektrums zu optimieren. Das System wird so realisiert, dass die Komplexität des Netzwerks für die FernsehzuschauerInnen verborgen bleibt und der gewohnte Charakter linearer Fernsehdienste erhalten bleibt. Hierzu werden Endgeräte benötigt, die unbemerkt netzwerkgesteuerte Umschaltvorgänge realisieren und netzwerkgesteuerte Aufnahmen starten. Das Endgerät im Dynamic Broadcast wird damit Teil des Systems und die Frage des Energieverbrauchs eines eben auch von außen angesteuerten Empfängers bedarf besonderer Aufmerksamkeit [4].

Dynamic Broadcast kann auch dazu verwendet werden, virtuelle Übertragungskanäle zu realisieren, was insbesondere für lokale Fernsehanbieter von Interesse sein kann. In Zeiten, in denen nicht alle Ressourcen des Broadcastkanals (bei DVB-T stehen Ressourcen für vier Programme pro Kanal zur Verfügung) nicht für die Live-Übertragung benötigt werden, kann nämlich weiterer Programminhalt – entweder zum sofortigen Konsumieren oder zur Speicherung auf der Festplatte übertragen werden. Für die Zuschauer/innen entsteht so ein Mehrwert, ohne dass mehr Übertragungskapazität (Frequenzen, Sender, Kosten) benötigt werden.

II. Ein Tower Overlay zur Erweiterung zellularer Mobilfunknetze

Der Begriff „Tower Overlay over LTE-Advanced+ (TOoL+)“ (LTE: Long Term Evolution, die aktuellste Version der Mobilfunktechnik) beschreibt ein im Jahr 2011 gestartetes Forschungsfeld [5]. Es zielt darauf ab, zellulare Mobilfunknetze durch Einbindung von Senderstrukturen, wie sie aus dem Broadcast bekannt sind, zu entlasten und gleichzeitig die damit verbundenen Betriebskosten zu reduzieren. Abbildung 2 zeigt das Konzept. Die Hexagons symbolisieren die kleinflächigen Zellen des Mobilfunknetzes. Diese überspannt der von einer hohen Sendeanlage bereitgestellte Overlay.

Technische Grundlage sind der aktuellste Mobilfunkstandard Long Term Evolution Advanced (LTE-A), welcher jedoch in geringem Maße erweitert werden muss, woraus der Arbeitsname LTE-A+ resultiert, sowie die Broadcast-Standards DVB-T2 und (zukünftig) der in Nordamerika vor der Einführung stehende Standard ATSC 3.0. Die LTE-A+-Signale, welche von Smartphones genutzt werden können, sind in die DVB-T2-Signale eingebettet, so dass von einer hohen Sendeanlage sowohl

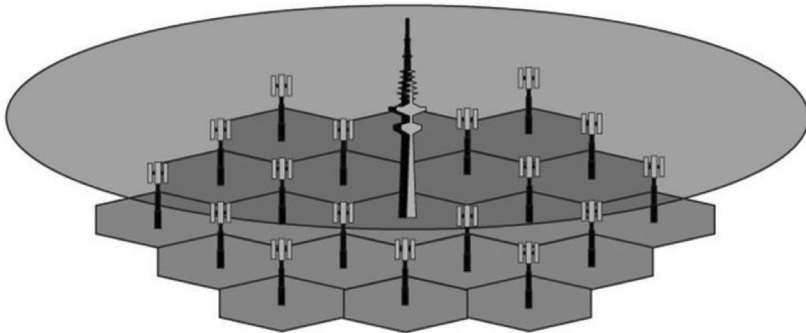


Abb. 2: Tower Overlay over LTE-A⁺.

das Digitale Fernsehen als auch der die Mobilfunknetze entlastende Signalanteil ausgestrahlt werden. Insbesondere können mit TOoL+ also Videosignale übertragen werden, die sonst in zahlreichen Mobilfunknetzzellen bereitgestellt werden müssten. Dabei ist zu beachten, dass für eine angemessene Darstellung auf mobilen Geräten mit großen und hochauflösenden Displays Datenraten von ungefähr 1,4 Mbit/s benötigt werden, was unter Umständen dazu führt, dass ein erheblicher Anteil der in Mobilfunknetz-Zellen zur Verfügung stehenden Übertragungskapazität für die Videoübertragung benötigt würde – wenn nicht TOoL+ eingesetzt wird. Darüber hinaus eignet sich TOoL+ auch für die (Vorab-) Übertragung von Datendiensten wie z.B. elektronischen Magazinen, Verkehrsinformationen oder Software-Updates. Auch die Fragestellung, inwiefern sich populäre Videos von Video-Portalen wie YouTube für eine Broadcast-Übertragung mit LTE-A+ eignen, wurde bereits untersucht.

Nach zahllosen grundlegenden Forschungsarbeiten implementierte das IfN TOoL+ auf Basis des ebenfalls vom IfN entwickelten Software Defined Radio (SDR). Mit SDR können komplexe datentechnische Systeme mit ihren zum Teil sehr aufwändigen Algorithmen der Signalverarbeitung realisiert werden, ohne dass es dazu spezieller Hardware bedarf. Nachdem TOoL+ dann seine Leistungsfähigkeit unter Laborbedingungen demonstrieren konnte, kam es im Rahmen zweier Feldversuche erstmalig zur Inbetriebnahme und Analyse des TOoL+-Systems unter realen Ausbreitungsbedingungen innerhalb von Rundfunknetzen. Zusammen mit den Projektpartnern TDF aus Frankreich und GatesAir aus den USA wurde TOoL+ in Paris erprobt – mit einer Ausstrahlung vom Eiffelturm. Es folgte ein Feldversuch im Aosta-Tal in Italien, gemeinsam mit dem Projektpartner, dem Forschungszentrum von Radio Italiana (Rai). Mittels der Feldversuche konnte nachgewiesen werden, dass die für den Empfang des in DVB-T2 eingebetteten LTE-A+-Signals nötigen Empfangspegel denen von „klassischen“ LTE-Übertra-

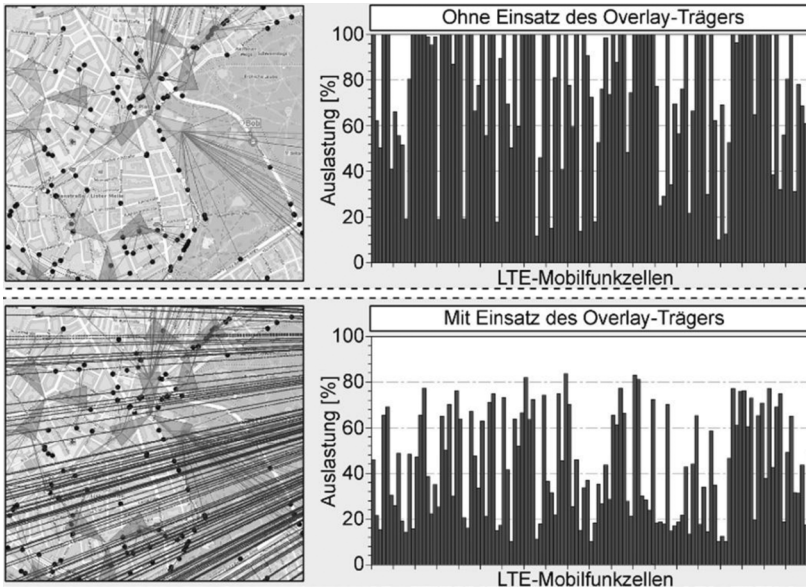


Abb. 3: Lastprofil der LTE-Mobilfunknetze im Stadtgebiet von Hannover vor Inbetriebnahme von TOoL+ (oben) und danach (Simulation)

gungen in zellularen Mobilfunknetzen entsprechen. Die zentrale Fragestellung des Feldtests, inwiefern sich die Netzabdeckung der im selben Signal ausgestrahlten Komponenten LTE-A+ und DVB-T2 unterscheiden, konnte ebenfalls beantwortet werden: Für vergleichbare Übertragungsparameter von DVB-T2 und LTE-A+ konnte eine sehr ähnliche Netzabdeckung gemessen werden.

Im Zuge der Weiterentwicklung von TOoL+ integrierte das IfN den Overlay in ein komplexes Mobilfunknetz und demonstrierte das Ergebnis im Oktober 2016 im Rahmen der Next Generation Mobile Networks Industry Conference & Exhibition (NGMN IC&E) 2016. Abbildung 3 zeigt einen Aspekt der Demonstration. Diese geht von einer realistischen Simulation eines Mobilfunknetzes in Hannover aus. Das nutzt 121 Mobilfunkzellen. Im oberen Teil der Abbildung sieht man links einen Ausschnitt aus dem Mobilfunknetz und rechts die Auslastung der einzelnen Mobilfunkzellen des Gesamtnetzes ohne TOoL+. Zahlreiche Zellen sind deshalb zu 100% ausgelastet, weil Mobilfunkkund/innen ein Video live betrachten. Im unteren Teil der Abbildung erkennt man auf der linken Seite die dunklen Linien, die die Verbindungen zwischen den Mobilfunkkund/innen und dem Overlay-Sender kennzeichnen, welche nun mit dem Live-Video durch TOoL+ versorgt werden. Auf der rechten Seite erkennt man die dramatische Entlastung der Zellen des Mobilfunknetzes.

Ein Overlay-Konzept ist auch für die derzeit in Entwicklung befindliche Folgegeneration des Mobilfunks von Interesse. Dieses System, das die fünfte Generation des Mobilfunks darstellen wird und daher als „5G“ bezeichnet wird, soll ab 2020 eingeführt werden. Die Forschung an einem „Tower Overlay over 5G (TOo5G)“ hat im IfN begonnen.

III. Zusammenfassung

Die Mediennutzung hat in den letzten Jahren einen Wandel erlebt. Im Jahr 2016 liegt die tägliche Nutzungsdauer des Internets nach den Ergebnissen der ARD/ZDF-Onlinestudie 2016 bei 128 Minuten – erstmals über zwei Stunden. Unverändert dominiert bei den Altersgruppen oberhalb 30 Jahre zwar das klassische Fernsehen unter Nutzung des großen Fernseh-Empfängers zu Hause das Medien-nutzungs-Zeitbudget, aber die Internet-Nutzung holt auf. 2016 hat das Smartphone erstmalig alle anderen Geräte und sogar den Laptop als wichtigstes Endgerät für die Internetnutzung überholt. Der Internetzugang über das Smartphone benötigt ein drahtloses Broadbandnetz.

Das Institut für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Braunschweig erfindet Lösungen, mit denen in Zeiten der immer intensiver werdenden Belastung der Broadbandnetze durch Kooperation von Broadcast- und Broadbandnetzen die Datenflut optimal beherrscht werden kann.

IV. Literaturverzeichnis

- [1] NEUMANN, P., J. QI, J. & U. REIMERS (2011): Dynamic Broadcast. 14th ITG Conference on Electronic Media Technology (CEMT), Elektronisch, 6 Seiten, E-ISBN: 978-3-00-033964-6.
- [2] QI, J.A. (2015): Payout System for Optimized Programme Delivery in Dynamic Broadcast. Dissertation, Braunschweig.
- [3] PALKA, P. (2017): Frequenzmanagement für die Bereitstellung von dynamischen TV White Spaces. Dissertation, Braunschweig.
- [4] NEUMANN, P. (2017): Endgeräte für Dynamic Broadcast: Modellbasierte Analyse des Einflusses von Programmdistribution und TV-Nutzungsverhalten auf den Energieverbrauch. Dissertation, Braunschweig.
- [5] JURETZEK, F & U. REIMERS (2013): Point-To-MultiPoint Overlay (P2MP) for LTE Advanced using DVB-T2 Future Extension Frames. Proceedings of the 2013 IEEE Broadcast Symposium, San Diego, USA, Elektronisch, 6 Seiten.